Asociación Argentina de Astronomía
BAAA, Vol. 55, 2012
A.C. Rovero, G.E. Romero, L. Pellizza & M. Lares, eds.

PRESENTACIÓN MURAL

Determinación de edades y enrojecimientos de cúmulos estelares pertenecientes a la Nube Mayor de Magallanes

J.H. Minniti[1,2], A.V. Ahumada[1,3], J.J. Clariá[1,3], A. Benítez-Llambay[1,3,4], M.A. Oddone[1], E. Bica[5] & J.F.C. Santos Jr.[6]

(1) Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba (OAC)
(2) FaMAF (UNC)
(3) CONICET
(4) Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE, OAC)
(5) Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil
(6) Depto. de Física, ICEx, UFMG, Brasil

Abstract. We present flux-calibrated integrated spectra in the optical range obtained with the REOSC spectrograph (CASLEO, Argentina) for 9 concentrated stellar clusters belonging to the Large Magellanic Cloud, one of which was not previously studied. We estimate simultaneously age and foreground reddening by using the algorithm FISA. For the studied sample, we derive ages between ∼2 Myr and ∼350 Myr and foreground reddening E(B-V) values in the range 0.00–0.23 mag. These values are mostly in agreement with the ones found by other authors.

Resumen. Se presentan espectros integrados en el rango óptico obtenidos con el espectrógrafo REOSC (CASLEO, Argentina) de 9 cúmulos estelares (CEs) de la Nube Mayor de Magallanes (NMM), uno de los cuales no presenta estudios previos. Determinamos simultáneamente edades y enrojecimientos aplicando el programa FISA. Para la muestra estudiada encontramos edades comprendidas entre $\sim 2 \times 10^6$ y $\sim 350 \times 10^6$ años y excesos de color E(B-V) entre 0.0 y 0.23 mag. Los valores encontrados resultan en general similares a los determinados por otros autores.

1. Introducción

El estudio de sistemas estelares extragalácticos provee información relevante relacionada con la historia química de las galaxias que albergan los mencionados sistemas. La riqueza, diversidad y proximidad del sistema de los CEs de la NMM hacen que la misma constituya un excelente laboratorio para examinar los procesos de formación de estrellas y evolución química. De acuerdo al trabajo de catalogación realizado por Bica et al. (2008), en la NMM existen ∼ 3050 CEs, de los cuales es poco lo que se conoce. Una de las técnicas existentes para determinar propiedades integradas de CEs compactos es la espectroscopía integrada, la cual se basa en el concepto de síntesis de poblaciones estelares (e.g. Ahumada et al. 2010).

2. Observaciones espectroscópicas

Las observaciones fueron llevadas a cabo en el Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO, San Juan, Argentina) con el telescopio *"Jorge Sahade"* de 2.15 m en el año 2009. Se empleó el espectrógrafo REOSC (DS). La rendija fue montada en la dirección este-oeste y las observaciones fueron efectuadas barriendo los CEs mediante un movimiento del telescopio en la dirección norte-sur, con el fin de obtener un muestreo apropiado de las estrellas del cúmulo. El tamaño de la rendija, equivalente a $4.7'$ en el cielo, permitió muestrear regiones del mismo cercanas a los CEs. Se utilizó una red de 300 líneas/mm, la que produce una dispersión de $\sim$ 3.46 Å/pixel. La región espectral útil cubre el rango $\sim$ (3800-6800)Å. El ancho de la rendija de 400 μm permitió obtener una resolución de $\sim$16Å. La reducción de los espectros fue realizada con el paquete IRAF[1] siguiendo los procedimientos estándares. Todos los espectros finales, correspondientes a los CEs estudiados, se presentan en la Fig.1.

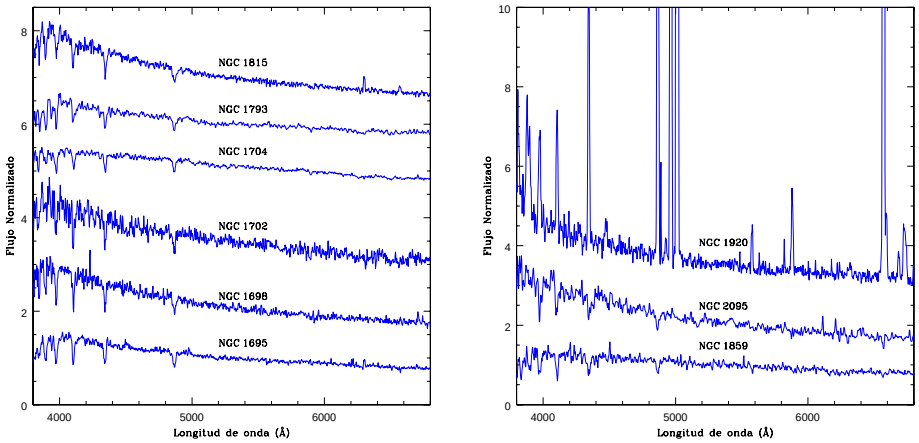


Figura 1. Espectros observados de los CEs estudiados

3. Análisis y resultados

Las edades y excesos de color E(B-V) de los CEs se determinaron mediante el ajuste de espectros *templates* de diferentes edades, usando el programa FISA (Benítez-Llambay et al. 2012). Este programa permite elegir el espectro *template* más adecuado a partir de la minimización de los correspondientes residuos. Todos los espectros fueron normalizados a la unidad en $\lambda \sim 5378$ Å. A continuación se presenta una breve discusión de los resultados obtenidos, en la cual se indican los tipos SWB (Searle et al. 1980) obtenidos para los CEs de acuerdo a la clasificación realizada por Bica et al. (1996, B96).

[1]IRAF es distribuido por NOAO (AURA, NSF)

- NGC 1695: B96 clasificaron este cúmulo como SWB III, grupo éste que abarca edades entre 70x10^6 y 200x10^6 años. Glatt et al. (2010, G10) reportan una edad de 100x10^6 años y un E(B-V) = 0.15 mag. Talavera et al. (2009), por su parte, estimaron una edad de (50-100)x10^6 años y un exceso de color E(B-V) de 0.16 mag., en buen acuerdo con los valores encontrados en este trabajo (Fig.2).

- NGC 1698: este cúmulo fue clasificado como del tipo SWB I por B96. Usando el parámetro *s* definido en base a la clasificación SWB, Elson & Fall (1985, EF85) derivaron edades entre 25x10^6 y 65x10^6 años, en tanto que G10 reportaron una edad de 100x10^6 años y un E(B-V) de 0.10 mag. El *template* Ye de (45-75)x10^6 años de Piatti et al. (2002, P02) es el que mejor ajusta el espectro observado de NGC 1698, sin necesidad de efectuar corrección alguna por enrojecimiento.

- NGC 1702: de acuerdo a la clasificación de B96 (SWB II), este cúmulo debería tener una edad comprendida entre 30x10^6 y 70x10^6 años. G10 la estimaron en 65x10^6 años y reportaron un E(B-V) de 0.05 mag. Aplicando el método de ajuste de *templates*, el mejor ajuste del espectro observado se logra con el *template* Yf de (100-150)x10^6 años de P02, sin necesidad de corregir por enrojecimiento.

- NGC 1704: B96 lo clasifican como del tipo SWB I, en tanto que G10 reportan una edad de 32x10^6 años, consistente con la determinada por EF85. Dos ajustes razonables del espectro observado se logran tanto con el *template* Yg (200-350 x10^6 años), con E(B-V) = 0.17, como con el template Yf, con E(B-V) = 0.21, ambos de P02. Dado que en el espectro observado de NGC 1704 se distinguen características tales como la banda G y bandas de TiO, visibles en el template Yf, concluimos aceptando para NGC 1704 una edad de aproximadamente 200x10^6 años.

- NGC 1793: B96 lo clasificaron como SWB I. EF85 indican un rango de edades que abarca entre los 30x10^6 y los 80x10^6 años, en tanto que G10 determinan la misma edad que para NGC 1695 (100x10^6 años) y un E(B-V) = 0.20 mag. En este trabajo se realizaron comparaciones con los *templates* Yf e Ye, luego de aplicar correcciones por E(B-V) = 0.20 y 0.21 mag., respectivamente, las cuales están de acuerdo con los resultados obtenidos por los autores antes mencionados.

- NGC 1815: de acuerdo a Dieball et al. (2002), este objeto constituiría un par físico con el CE BSDL 470. G10 determinan una edad de 65x10^6 años y un E(B-V) = 0.05 mag. Logramos una comparación satisfactoria del espectro observado, es decir sin corregir por enrojecimiento, con el *template* Yf (P02), por lo que la edad de este cúmulo estaría comprendida entre 100x10^6 y 150x10^6 años.

- NGC 1859: se realizaron dos comparaciones para este CE. Una con el *template* de 500x10^6 años (Yh) y otra con el *template* Yg, ambos de la base de P02. De estas comparaciones surge una edad de 300x10^6 años y E(B-V) = 0.11. Estos valores son ligeramente superiores a los de G10, quienes determinan una edad de 125x10^6 años y un E(B-V) = 0.05 mag.

- NGC 1920: este es un cúmulo joven, embebido en una nebulosa de emisión, clasificado como SWB 0 por B96. No existen estudios previos del mismo de ningún tipo. En la Fig. 2 se compara el espectro observado, sin corregir por enrojecimiento, con dos *templates* de Santos et al. (1995) de la NMM correspondientes a edades menores que $5x10^6$ años. Nótese las fuertes emisiones nebulares en los dos *templates*.

- NGC 2095: G10 estimaron una edad de $80x10^6$ años y un exceso de color E(B-V) = 0.10 mag para este CE de tipo SWB I (B96). La mejor comparación se obtuvo con el template Yd de $40x10^6$ años de P02, corrigiendo antes el espectro observado por E(B-V) = 0.11 mag.

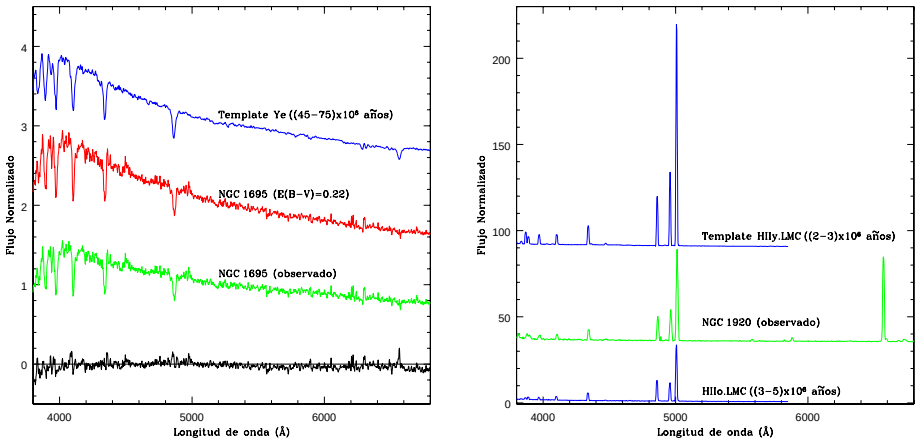


Figura 2. Ajuste de *templates* para dos CEs de la muestra: NGC 1695 (izquierda) y NGC 1920 (derecha)

Referencias

Ahumada A., et al., 2010, Proceedings of the IAU Symp. 266, 347
Benítez-Llambay A., Clariá J.J., Piatti A.E., 2012, PASP, 124, 173
Bica E., et al., 1996, ApJS, 102, 57 (B96)
Bica E., et al., 2008, MNRAS, 389, 678
Dieball A., et al., 2002, A&A, 391, 547
Elson R., Fall S.M., 1985, ApJ, 299, 211 (EF85)
Glatt K., et al., 2010, A&A, 517, A50 (G10)
Piatti A.E., et al., 2002, MNRAS, 335, 233 (P02)
Santos J.F.C. Jr., et al., 1995, MNRAS, 276, 1155
Searle L., Wilkinson A., Bagnuolo W.G., 1980, ApJ, 239, 803 (SWB)
Talavera M.L., et al., 2009, RMxAA, 35, 117